

TRANSMITTAL FORM <i>(to be used for all correspondence during pendency of filed application)</i>		Application Number	10/624,786
		Filing Date	July 21, 2003
		First Named Inventor	Hiroshi Tsujino
		Group Art Unit Number	Not Yet Known
		Examiner Name	Not Yet Known
Total Number of Pages in This Submission	2**	Attorney Docket Number	20911-08110

ENCLOSURES (check all that apply)	
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form (in duplicate) <input type="checkbox"/> Check Enclosed	<input type="checkbox"/> Issue Fee Transmittal
<input checked="" type="checkbox"/> Return Receipt Postcard	<input type="checkbox"/> Letter to Chief Draftsperson
<input type="checkbox"/> Response to Notice to File Missing Parts	<input type="checkbox"/> Formal Drawing(s): [] Sheet(s) of Figure(s) []
<input type="checkbox"/> Assignment & Recordation Cover Sheet	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Declaration	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> Power of Attorney	<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)
<input type="checkbox"/> Application Data Sheet	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement & PTO/SB/08A <input type="checkbox"/> Copies of IDS Cited References	<input checked="" type="checkbox"/> JP 2002-212507 Priority Document
<input type="checkbox"/> Request for Corrected Filing Receipt	<input type="checkbox"/> _____
<input type="checkbox"/> Request for Correction of Recorded Assignment	<input type="checkbox"/> _____
<input type="checkbox"/> Amendment/Response: [] Page(s) <input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> _____
<input type="checkbox"/> Status Request	<input type="checkbox"/> _____
<input type="checkbox"/> Revocation and Substitute Power of Attorney	<input type="checkbox"/> _____

REMARKS: ** Total page count does not include pages of Certified Copy of Priority Document

SIGNATURE OF ATTORNEY OR AGENT		
Signature:		
Attorney/Reg. No.:	Albert C. Smith, Reg. No. 20,355	Dated: 12/12/03

CERTIFICATE OF MAILING		
I hereby certify that this correspondence, including the enclosures identified above, is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below. If the Express Mail Mailing Number is filled in below, then this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service pursuant to 37 CFR 1.10.		
Signature:		
Typed or Printed Name:	Albert C. Smith	Dated: 12/12/03
Express Mail Mailing Number (optional):		



PATENT

IN THE UNITED STATES
PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT(S): Hiroshi Tsujino, et al.
APPLICATION NO.: 10/624,786
FILING DATE: July 21, 2003
TITLE: Image-Based Object Detection Apparatus and Method
EXAMINER: Not Yet Known
GROUP ART UNIT: Not Yet Known
ATTY. DKT. NO.: 20911-08110

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner For Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date shown below:

Dated: 12/12/03

By: *A.C. Smith*

Albert C. Smith, Reg. No.: 20,355

COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

SIR:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, Applicants are submitting herewith a certified copy of the priority application in Japan, Serial No. 2002-212507, for filing in the Convention-priority application identified above.

Respectfully submitted,
HIROSHI TSUJINO, et al.

Dated: 12/12/03

By: *A.C. Smith*

Albert C. Smith, Reg. No.: 20,355
FENWICK & WEST LLP
Silicon Valley Center
801 California Street
Mountain View, CA 94041
Tel.: (650) 335-7296
Fax.: (650) 938-5200

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-212507

[ST.10/C]:

[JP 2002-212507]

出 願 人

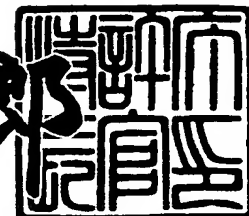
Applicant(s):

本田技研工業株式会社

2003年 6月 5日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3043813

【書類名】 特許願
【整理番号】 H102054901
【提出日】 平成14年 7月22日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G06T 7/00
【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
究所内

【氏名】 辻野 広司

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
究所内

【氏名】 近藤 宏

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
究所内

【氏名】 永井 慎一

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
究所内

【氏名】 赤塚 浩二

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
究所内

【氏名】 三浦 淳

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081721

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 次生

【選任した代理人】

【識別番号】 100105393

【弁理士】

【氏名又は名称】 伏見 直哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100111969

【弁理士】

【氏名又は名称】 平野 ゆかり

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034669

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 物体検出装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する物体検出装置であって、

運動によって入力画像内に生じる動き成分を認識し該動き成分と一貫しない領域を分離する大局的画像処理と、入力画像内の局所的なフロー情報を計算する局所的画像処理とを並列して実行し、双方の処理結果を相互に参照することによって物体検出の精度を向上することを特徴とする、物体検出装置。

【請求項 2】 運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する物体検出装置であって、

第 1 の入力画像及び第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像を組にして出力する連続画像出力部と、

前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的フローを計算する局所的画像処理部と、

前記撮像装置の動きを計測して慣性情報を計算する慣性情報取得部と、

前記慣性情報を使用して、前記撮像装置の運動によって入力画像内に生じる動き成分である大局的フローを計算し、該大局的フローと前記第 1 の入力画像を使用して前記第 2 の入力画像の予測画像を計算し、該予測画像と第 2 の入力画像の差分を取った差分画像データを算出する大局的画像処理部と、

前記差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、修正された局所的フローを所定の閾値と比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い図候補領域を抽出する図地分析部と、

前記図候補領域における物体の有無を判定する物体有無判定部と、

を含む物体検出装置。

【請求項 3】 運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する物体検出装置であって、

第 1 の入力画像及び第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像を組にして出力する連続画像出力部と、

前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的フローを計算する局所的画像処理部と、

前記撮像装置の動きを計測して慣性情報を計算する慣性情報取得部と、

前記慣性情報を使用して、前記撮像装置の運動によって入力画像内に生じる動き成分である大局的フローを計算し、該大局的フローと前記第 1 の入力画像を使用して前記第 2 の入力画像の予測画像を計算し、該予測画像と第 2 の入力画像の差分を取った差分画像データを算出する大局的画像処理部と、

前記差分画像データと前記局所的フローを使用して前記大局的フローを修正する図地分析部とを含み、

前記大局的画像処理部は、修正された大局的フローと前記第 1 の入力画像を使用して前記第 2 の入力画像の予測画像を再度作成し、該再度作成された予測画像と前記第 2 の入力画像の差分を取った修正差分画像データを算出し、

前記図地分析部は、前記修正差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、修正した局所的フローを所定の閾値と比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い図候補領域を抽出し、

前記図候補領域における物体の有無を判定する物体有無判定部をさらに含む物体検出装置。

【請求項 4】前記大局的画像処理部は、前記大局的フローより得られる各画素の変位により、前記第 1 の入力画像をワープ変換することにより予測画像を計算するワープ推定法を用いる、請求項 2 または 3 に記載の物体検出装置。

【請求項 5】運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する物体検出装置であって、

第 1 の入力画像、第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像及び第 3 の入力画像を組にして出力する連続画像出力部と、

前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的フローを計算する局所的画像処理部と、

予め前記入力画像についての固有空間を構築しておき、該固有空間に前記第 1 の入力画像及び第 2 の入力画像を投影することにより前記第 3 の入力画像の予測画像を計算し、該予測画像と前記第 3 の入力画像との差分を取った差分画像デー

タを算出する大局的画像処理部と、

前記差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、修正した局所的フローを所定の閾値と比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い局所的な領域である図候補領域を抽出する図地分析部と、

前記図候補領域における物体の有無を判定する物体有無判定部と、
を含む物体検出装置。

【請求項 6】運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する物体検出装置であって、

第 1 の入力画像、第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像及び第 3 の入力画像を組にして出力する連続画像出力部と、

前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的フローを計算する局所的画像処理部と、

前記撮像装置の動きを計測して慣性情報を計算する慣性情報取得部と、

前記慣性情報を使用して、前記撮像装置の運動によって入力画像内に生じる動き成分である大局的フローを計算し、予め前記入力画像と前記大局的フローについての固有空間を構築しておき、該固有空間に前記第 1 の入力画像及び第 2 の入力画像を投影することにより前記第 3 の入力画像の予測画像と大局的フローを計算し、該予測画像と前記第 3 の入力画像との差分を取った差分画像データを算出する大局的画像処理部と、

前記差分画像データと局所的フローを使用して前記大局的フローを修正する図地分析部とを含み、

前記大局的画像処理部は、修正された大局的フローと前記第 2 の入力画像を使用して前記第 3 の入力画像の予測画像を再度計算し、該再度計算した予測画像と前記第 3 の入力画像の差分を取った修正差分画像データを算出し、

前記図地分析部は、前記差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、修正した局所的フローを所定の閾値と比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い局所的な領域である図候補領域を抽出し、

前記図候補領域における物体の有無を判定する物体有無判定部をさらに含む物体検出装置。

【請求項 7】

前記局所的フローは、前記入力画像内の局所領域毎にガボールフィルタを適用して計算されるオプティカルフローである、請求項 2、3、5 または 6 に記載の物体検出装置。

【請求項 8】前記物体有無判定部は、図候補領域のクラスタリングを行い、最終的に図候補領域が残ったとき、画像内に物体が存在すると判定する、請求項 2、3、5 または 6 に記載の物体検出装置。

【請求項 9】運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する方法であって、

第 1 の入力画像及び第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像を組にして出力し、

前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的フローを計算し、

前記撮像装置の動きを計測して慣性情報を計算し、

該慣性情報を使用して、前記撮像装置の運動によって入力画像内に生じる動き成分である大局的フローを計算し、

該大局的フローと前記第 1 の入力画像を使用して前記第 2 の入力画像の予測画像を計算し、

該予測画像と第 2 の入力画像の差分を取った差分画像データを算出し、

該差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、

修正された局所的フローを所定の閾値と比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い図候補領域を抽出し、

該図候補領域における物体の有無を判定することを含む物体検出方法。

【請求項 10】運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する方法であって、

第 1 の入力画像及び第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像を組にして出力し、

前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的フローを計算し、

前記撮像装置の動きを計測して慣性情報を計算し、

該慣性情報を使用して、前記撮像装置の運動によって入力画像内に生じる動き

成分である大局的フローを計算し、

該大局的フローと前記第 1 の入力画像を使用して前記第 2 の入力画像の予測画像を計算し、

該予測画像と第 2 の入力画像の差分を取った差分画像データを算出し、

該差分画像データと前記局所的フローを使用して前記大局的フローを修正し、

修正された大局的フローと前記第 1 の入力画像を使用して前記第 2 の入力画像の予測画像を再度作成し、

該再度作成された予測画像と前記第 2 の入力画像の差分を取った修正差分画像データを算出し、

該修正差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、

修正された局所的フローを所定の閾値と比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い図候補領域を抽出し、

該図候補領域における物体の有無を判定することを含む物体検出方法。

【請求項 1 1】運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する方法であって、

第 1 の入力画像、第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像及び第 3 の入力画像を組にして出力し、

前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的フローを計算し、

予め前記入力画像についての固有空間を構築しておき、該固有空間に前記第 1 の入力画像及び第 2 の入力画像を投影することにより前記第 3 の入力画像の予測画像を計算し、

該予測画像と前記第 3 の入力画像との差分を取った差分画像データを算出し、

該差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、

修正した局所的フローを所定の閾値と比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い局所的な領域である図候補領域を抽出し、

該図候補領域における物体の有無を判定することを含む物体検出方法。

【請求項 1 2】運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する方法であって、

第 1 の入力画像、第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像及び第 3

の入力画像を組にして出力し、

前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的フローを計算し、

前記撮像装置の動きを計測して慣性情報を計算し、

前記慣性情報を使用して、前記撮像装置の運動によって入力画像内に生じる動き成分である大局的フローを計算し、

予め前記入力画像と前記大局的フローについての固有空間を構築しておき、該固有空間に前記第 1 の入力画像及び第 2 の入力画像を投影することにより前記第 3 の入力画像の予測画像と大局的フローを計算し、

該予測画像と前記第 3 の入力画像との差分を取った差分画像データを算出し、

該差分画像データと局所的フローを使用して前記大局的フローを修正し、

修正された大局的フローと前記第 2 の入力画像を使用して前記第 3 の入力画像の予測画像を再度計算し、

該再度計算した予測画像と前記第 3 の入力画像の差分を取った修正差分画像データを算出し、

該差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、

修正した局所的フローを所定の閾値と比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い局所的な領域である図候補領域を抽出し、

該図候補領域における物体の有無を判定することを含む物体検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入力画像から画像内の物体を検出する物体検出装置に関し、より具体的には、自己運動する運動体から撮像された画像内の物体を検出できる物体検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、取得画像に基づいて画像から物体を検出する方法はいくつか知られているが、その中の 1 つに、取得した時間画像からオプティカルフローを求め、同一運動成分を持つ領域から物体に相当する部分を検出する方法がある。この方法は

、画像内で移動する物体を容易に検出できるため、この方法を適用した物体検出装置が多く知られている（例えば、特開平 7 - 2 4 9 1 2 7 号公報）。

【0 0 0 3】

しかし、自動車等に撮像装置が搭載されているときのように、画像を取得するための撮像装置そのものが運動する場合では、撮像装置自体の運動によってもオプティカルフローが生じるため、移動物体を正確に検出するのが困難となる。

【0 0 0 4】

このような場合、求めたオプティカルフローから、撮像装置自体の運動による成分を除去できれば、画像内で移動する物体をより正確に検出できるようになる。例えば、特開平 2 0 0 0 - 2 4 2 7 9 7 号公報には、グラディエント法によって画像内のオプティカルフローを検出する際に使用する拡散係数を可変にした運動検出方法が開示されている。この方法によると、拡散係数を従来のように一定ではなく所定の条件を付加して変化させることで、耐ノイズ性が向上し、かつ物体境界でのオプティカルフローの差分を強調することができるとしている。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記方法では、検出が容易である移動物体のオプティカルフローは高精度に得ることができても、静止背景中の静止物体は背景とみなされているためオプティカルフローの補正がなされず、静止物体を高精度に検出することはできない。運動体から静止背景中の静止物体を観測すると、実はそれぞれの物体に応じたオプティカルフローを得ることができるのであるが、背景からのオプティカルフローとの分離が困難であり、これを高精度に分離する技術は実現されていない。

【0 0 0 6】

従って、本発明は、自己運動する運動体から撮像された画像内の静止した物体をも高精度に検出することのできる物体検出装置を提供することを目的とする。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】

本発明は、運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する物

体検出装置であって、運動によって入力画像内に生じる動き成分を認識し該動き成分と一貫しない領域を分離する大局的画像処理と、入力画像内の局所的なフロー情報を計算する局所的画像処理とを並列して実行し、双方の処理結果を相互に参照することによって物体検出の精度を向上することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明の一実施形態は、運動する撮像装置により撮像される入力画像内の物体を検出する物体検出装置であって、第 1 の入力画像及び第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像を組にして出力する連続画像出力部と、前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的なフローを計算する局所的画像処理部と、前記撮像装置の動きを計測して慣性情報を計算する慣性情報取得部とを備える。前記物体検出装置は、前記慣性情報を使用して、前記撮像装置の運動によって入力画像内に生じる動き成分である大局的フローを計算し、該大局的フローと前記第 1 の入力画像から前記第 2 の入力画像の予測画像を計算し、該予測画像と第 2 の入力画像の差分を取った差分画像データを算出する大局的画像処理部も備える。さらに、前記物体検出装置は、前記差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、修正した局所的フローを所定の閾値と比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い図候補領域を抽出する図地分析部と、前記図候補領域における物体の有無を判定する物体有無判定部とを備える。

【 0 0 0 9 】

この形態によると、入力画像を自己運動に基づく領域（「地」）とそれ以外の領域（「図」）に大まかに分離する差分画像データを計算する大局的画像処理と、入力画像内の局所的フローを計算する局所的画像処理とを並列に実行し、差分画像データを用いて局所的フローを修正することによって、精度の高い物体検出が可能となる。

【 0 0 1 0 】

予測画像の計算には、大局的フローより得られる各画素の変位により、第 1 の入力画像をワープ変換することにより予測画像を計算するワープ推定法を使用する。従って、撮像装置の運動によって入力画像内に生じる大局的フローを計算できる環境では、事前の学習をすることなく物体の検出ができる。

【 0 0 1 1 】

前記大局的フローは慣性情報から計算されるが、大局的フローの精度を増せばワープ推定法により計算される予測画像の精度が増すので、結果として物体検出精度が向上する。従って、本発明の別の実施形態では、前記図地分析部は、初めに大局的画像処理部が算出した差分画像データと局所的フローを使用して前記大局的フローを修正し、前記大局的画像処理部は、修正された大局的フローと前記第 1 の入力画像から前記第 2 の入力画像の予測画像を再度作成し、該予測画像と第 2 の入力画像の差分を取った修正差分画像データを算出するように構成される。

【 0 0 . 1 2 】

本発明のさらに別の実施形態は、第 1 の入力画像、第 1 の入力画像と時間的に連続する第 2 の入力画像及び第 3 の入力画像を組にして出力する連続画像出力部と、前記第 1 の入力画像と第 2 の入力画像から局所的フローを計算する局所的画像処理部を備える。前記物体検出装置は、予め前記入力画像についての固有空間を構築しておき、該固有空間に前記第 1 の入力画像及び第 2 の入力画像を投影することにより前記第 3 の入力画像の予測画像を計算し、該予測画像と第 3 の入力画像との差分を取った差分画像データを算出する大局的画像処理部も備える。さらに、前記物体検出装置は、前記差分画像データを使用して前記局所的フローを修正し、修正した局所的フローと所定の閾値を比較して、前記入力画像内において物体が存在する可能性の高い図候補領域を抽出する図地分析部と、前記図候補領域における物体の有無を判定する物体有無判定部とを備える。

【 0 0 1 3 】

この形態によると、物体検出を実行する前に、時間的に連続した 2 枚以上の入力画像の組から固有空間を作成しておき、物体検出時にはこの固有空間を使用して予測画像を計算するので、撮像装置の運動によって入力画像内に生じる大局的フローを計算できない環境でも正確な物体検出が可能となる。

【 0 0 1 4 】

大局的フローや慣性情報を含めて固有空間を作成することもできる。この場合、予測画像の計算時には、入力画像の他に大局的フローや慣性情報も必要となる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図1～16を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0016】

＜第1の実施形態＞

図1は本発明の一実施形態である物体検出装置10の全体的な構成を示すブロック図である。物体検出装置10は、自律走行自動車等の運動体に搭載されるCCDカメラ等の撮像装置12により所定の時間間隔で撮像された運動体の移動方向の画像を常時受け取り、画像内の物体の有無を判定し、その判定結果を出力する。判定結果は運動体のモータや舵等に送られて、運動体の移動の障害となる物体の回避等に利用される。物体の有無の判定結果を自律走行自動車等の乗員や外部に通知するようにしてもよい。

【0017】

物体検出装置10は、例えば、種々の演算を実行するCPU、演算結果を一時記憶するためのメモリ、学習結果等を記憶するROM、データの入出力を行うインターフェース等を備えるマイクロコンピュータにより実現される。物体検出装置10は、撮像装置12と共に上記運動体に搭載され、物体検出処理を行うように構成される。別の実施形態では、運動体に搭載された撮像装置12により撮像された画像を任意の通信手段を介して別の場所にあるコンピュータへと送信し、そのコンピュータにより本発明の物体検出処理を行うことができる。以上のことを踏まえて、図1では物体検出装置10を機能ブロック図で表している。これら各機能ブロックの一部または全部は、ソフトウェア、ファームウェア、あるいはハードウェアの何れでも実現することができる。

【0018】

連続画像出力部14は、カメラ等の撮像装置12により所定の時間間隔毎に撮像される画像を時間的に連続する2枚以上の画像の組にして、局所的画像処理部16及び大局的画像処理部18に供給する。局所的画像処理部16は、少なくとも2枚の時間的に連続する画像の組を局所領域に細分化し、各局所領域画像にガ

ボールフィルタを適用して局所領域におけるオブティカルフロー（以下、「局所的フロー」と呼ぶ）を計算する。局所的フローは図地分析部 2 2 に供給される。

【 0 0 1 9 】

慣性情報取得部 2 0 は、撮像装置 1 2 が搭載された運動体の速度、ヨーレイト、ピッチ等の運動に関する情報（以下、「慣性情報」と呼ぶ）を各種センサ等により計測し、大局的画像処理部 1 8 に供給する。大局的画像処理部 1 8 は、連続画像出力部 1 4 より供給された時間的に連続する 2 枚以上の画像と慣性情報取得部 2 0 より供給された慣性情報に基づいて、画像の全体的な特徴（後述する差分画像データ）を求める。この差分画像データは図地分析部 2 2 に供給される。

【 0 0 2 0 】

図地分析部 2 2 は、差分画像データを利用して局所的画像処理部 1 6 から供給された局所的フローを修正し、修正した局所的フローに基づいて、画像の中で「図」と推定される領域（つまり、画像内で物体が存在する可能性が高い領域）を抽出し、物体有無判定部 2 4 に供給する。

【 0 0 2 1 】

物体有無判定部 2 4 は、図と推定された領域に実際に物体が存在するか否かをグラスティング等の手法により判定する。判定結果は判定出力部 2 6 を介して出力される。

【 0 0 2 2 】

次に、局所的画像処理部 1 6、大局的画像処理部 1 8、図地分析部 2 2 及び物体有無判定部 2 4 の各機能ブロックについて、それぞれの処理を詳細に説明する。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、局所的画像処理部 1 6 の処理を説明するフローチャートである。

【 0 0 2 4 】

まず、局所的画像処理部 1 6 は連続画像出力部 1 4 から時間的に連続する 2 枚の画像を受け取る（S 3 0）。以下の説明では、連続する時刻 t 、 $t + 1$ における画像内の座標 (x, y) の画素の輝度値をそれぞれ $Img(x, y, t)$ 、 $Img(x, y, t + 1)$ と表すことにする。ここで、座標 (x, y) は、入力画像の左上を原点とした直交座標で

ある。また、輝度値は0から255までの整数値をとる。

【0025】

さらに、局所的画像処理部16は、画像のx方向、y方向の正負方向についてのガボールフィルタの基底をそれぞれ次式により計算する。

【0026】

【数1】

$$G_s(x, y) = 2\sqrt{\frac{\pi}{4.4a^2}} \sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right) \exp\left(-\frac{\pi^2 r^2}{4.4a^2}\right) \quad (1)$$

$$G_c(x, y) = 2\sqrt{\frac{\pi}{4.4a^2}} \cos\left(\frac{2\pi x}{a}\right) \exp\left(-\frac{\pi^2 r^2}{4.4a^2}\right)$$

ここで、 $G_s(x, y)$ はガボールフィルタの基底のsin成分であり、 $G_c(x, y)$ はガボールフィルタの基底のcos成分である。式(1)中の (x, y) は、画像毎の中心を原点とした座標で記述しており、輝度値 $Img(x, y, t)$ の座標 (x, y) とは異なる(式(1)中の x 、 y 、 r には、 $r = (x^2 + y^2)^{1/2}$ の関係がある)。「 a 」は定数であり、「 a 」を中心にフィルタ感度が高くなるような値に設定される。また式(1)の2式に加え、それぞれの軸を90度回転させたときの2式により、上下x方向及び左右y方向のガボールフィルタ基底が得られる。

【0027】

本実施例では、後述するように、ガボールフィルタを局所領域毎にx、yの正負方向(画像の上下左右の各方向)に対して適用することによって、オプティカルフローがその局所領域でどの方向であるのかを明確に捉えるようにする。

【0028】

ガボールフィルタは人間の受容野の特性に似せたフィルタであり、画像内で運動体が運動したとき、中心部分よりも周辺の方でオプティカルフローの特徴がより明確に現れる特性がある。そこで、画像内の座標 (x, y) に応じてガボールフィルタの特性(受容野サイズすなわちフィルタ(窓)の大きさ)や空間周波数の最

適化を行っても良い。

【0029】

次に、局所的画像処理部16は時刻 t 、 $t+1$ の画像から局所領域を1つ選択する(S32)。本明細書において「局所領域」とは、画像内の局所的なオペイカルフローを計算するために設定され、それぞれが同一のサイズを有する小領域のことを言う。本実施形態では、撮像装置12により撮像される画像全体は 320×240 画素であり、各局所領域は 45×45 画素に設定されている。画像全体と局所領域の位置関係の一例を図3(a)に示す。図において、外側の長方形が撮像される画像の全体であり、模様の付いた正方形が局所領域である。各局所領域は、図のように隣り合う局所領域とオーバーラップするように設定されるのが好ましい。このように局所領域をオーバーラップさせるのは、局所領域の境界付近の画素値を複数回局所領域に含めることによって、より正確な物体検出が可能となるためである。しかし、オーバーラップ幅を大きくすると処理速度が低下するので、これを考慮した適切な値に設定される。

【0030】

ルーチンの初回には、局所的画像処理部16は画像の左上隅に位置する局所領域を選択する。

【0031】

局所的画像処理部16は、時刻 t 、 $t+1$ の画像から選択した局所領域に含まれる各画素 $\text{Img}(x,y,t)$ 、 $\text{Img}(x,y,t+1)$ と上記式(1)で計算されるガボールフィルタの基底との積和演算を行い、当該局所領域の全画素についての積和値 x_t 、 x_{t+1} 、 y_t 、 y_{t+1} を次式により計算する(S34)。

【0032】

【数 2】

$$x_t = \sum_{x,y} Gs(x,y) \times \text{Img}(x,y,t)$$

$$y_t = \sum_{x,y} Gc(x,y) \times \text{Img}(x,y,t)$$

$$x_{t+1} = \sum_{x,y} Gs(x,y) \times \text{Img}(x,y,t+1)$$

$$y_{t+1} = \sum_{x,y} Gc(x,y) \times \text{Img}(x,y,t+1) \quad (2)$$

【0033】

続いて、計算した積和値について次式によりコントラスト($x^2 + y^2$)を加重した位相の時間微分値 dw を計算する (S36)。

【0034】

【数 3】

$$dw = \{(x_t + x_{t+1}) \times (y_{t+1} - y_t) - (y_t + y_{t+1}) \times (x_{t+1} - x_t)\} / 2 \quad (3)$$

【0035】

ステップ S34、S36 の計算を、上下左右4方向のガボールフィルタの基底を使用してそれぞれ行うことによって、オプティカルフローの上下左右4方向の成分が算出される。つまり、選択された局所領域について4方向の dw 値が算出されることになる。これらは方向別に dw マップに格納される。 dw マップは、局所領域の画像内の位置に対応した配列を有している。例えば、画像全体が 5×5 個の局所領域を含む場合、 dw マップは、図3(b)に示すように、図3(a)と同一の模様を持つ位置に dw 値が格納される配列となる。

【0036】

1つの局所領域について計算が終了すると、局所的画像処理部16は図3(a)において矢印で示すような順序で次の局所領域を選択していき (S38)、以後

全ての局所領域について上記ステップ S 3 2 ～ S 3 6 を繰り返す。

【0037】

全ての局所領域についての計算が終了すると、局所的画像処理部 16 は、各局所領域について、方向別の d w マップに格納されている 4 つの d w 値を比較して、最大のものを選出する。そしてその値を当該局所領域の最大 d w 値とし、その方向を当該局所領域の最大フロー方向とする (S 4 0)。そして、最大 d w 値と最大フロー方向を、d w マップと同様の配列を持つ最大 d w マップ (図 5 (a)) 及び最大方向マップ (図 5 (b)) にそれぞれ格納する (S 4 2)。

【0038】

局所的画像処理部 16 におけるこの処理の具体例を図 4 及び 5 を参照して説明する。図 4 の (a)、(b) は、ステップ S 3 6 で算出される 4 方向の d w 値のうち、それぞれ上下の 2 方向の d w マップのみを代表して表したものである。図中の数字は各局所領域の d w 値を表しており、ここでは一部の局所領域についてのみその値が示されている。

【0039】

各局所領域について全方向マップの d w 値を比較し、最大のものを当該局所領域の最大 d w 値として選出し、また最大 d w 値を有する方向を当該局所領域の最大方向とする。例えば、図 4 (a)、(b) でそれぞれ左上隅に位置する局所領域の d w 値を比較すると、それぞれ「3」、「1」であるから、この局所領域における最大 d w 値は「3」となり、この値が最大 d w マップに格納される (図 5 (a))、また最大フロー方向は「3」の値を持つ方向である「上」となり、この方向が最大方向マップに格納される (図 5 (b))。実際の処理では、上下左右の 4 方向の d w 値について同様の比較がなされる。この処理を全ての局所領域に対して順次繰り返していく。

【0040】

なお、図 5 (b) では例示のために方向を矢印で示しているが、実際には適当な数字に置き換えられて格納される。

【0041】

以上の処理によって得られた最大 d w マップは、局所的フローとして図地分析

部 22 に供給される。

【0042】

次に、大局的画像処理部 18 及び図地分析部 22 の処理について、図 6 のフローチャートを参照して詳細に説明する。

【0043】

まず、大局的画像処理部 18 は、慣性情報取得部 20 から供給された慣性情報を用いて、撮像装置 12 の運動によって入力画像内に生じる動き成分（以下、「大局的フロー」と呼ぶ）を計算する（S50）。この計算方法を図 7 を参照して説明する。まず、撮像装置 12 の 3 次元座標系（X, Y, Z）を Z 軸がカメラの光軸と一致するように設定する。Z = f で表される面を撮像面とし、撮像面の座標系（x, y）を x 軸及び y 軸が撮像装置の座標系の X 軸及び Y 軸と同じ方向を向くように設定する。ここで、f は焦点距離である。この場合、撮像装置 12 について計測された慣性情報が並進速度（U, V, W）と角速度（A, B, C）であるとき、背景上における点 P（X_b, Y_b, Z_b）が投影される撮像面上の点（x, y）における速度ベクトル（u, v）は、以下の式で計算される。

【0044】

【数 4】

$$\begin{aligned} u &= (-U/Z - B + C(y/f)) - (x/f)(-W/Z - A(y/f) + B(x/f)) \\ v &= (-V/Z - C(x/f) + A) - (y/f)(-W/Z - A(y/f) + B(x/f)) \end{aligned} \quad (4)$$

【0045】

得られた速度ベクトル（u, v）が大局的フローとなる。

【0046】

式(4)によれば、画素毎に大局的フローが求まることになるが、そうすると画像内のノイズに敏感になりすぎるので、本実施形態では、適当な数の局所領域（例えば縦 4 × 横 4 の計 16 個の局所領域）を 1 セットとし、この 1 セットの局所領域に含まれる画素について求められた速度ベクトルを平均し、これを当該 1 セットの局所領域の大局的フローとして用いている。あるいは、1 セットの画像領

域の中心付近にある画素の速度ベクトルを大局的フローとして用いる。

【0047】

図6に戻り、大局的画像処理部18は、大局的フローを使用して、時刻 t における画像から時刻 $t+1$ における画像を予測する(S52)。具体的には、時刻 t における画像内の各画素の位置を対応する大局的フロー(速度ベクトル)(u, v)だけ動かすことによって、時刻 $t+1$ における予測画像を計算することができる(図8参照)。これを、「ワープ推定法」と呼ぶ。

【0048】

そして、大局的画像処理部18は、時刻 $t+1$ における予測画像と、連続画像出力部20から実際に供給された時刻 $t+1$ の画像とを画像内で同じ座標にある画素の輝度値同士で比較し、画像全体について輝度値の差分の絶対値を計算する(S54)。以下、これを「差分画像データ」と呼ぶことにする。計算した差分画像データは図地分析部22に供給される。

【0049】

図地分析部22は、供給された差分画像データを使用して局所的フローを修正する(S60)。まず、差分画像データを入力画像について設定されている局所領域と同じように分ける。次に、各局所領域に含まれる画素について差分の絶対値の平均を計算する。そして、この平均値に比例する係数 m を、次式(5)に従って、最大 $d w$ マップ内で対応する局所領域の位置に格納されている各 $d w$ 値に掛け合わせる。

【0050】

$$R L F = m \times L F / 255 \quad (5)$$

ここで、「 $L F$ 」は最大 $d w$ マップの各局所領域の $d w$ 値であり、「 $R L F$ 」は修正後の $d w$ 値を示す。修正後の $d w$ 値は最大 $d w$ マップの対応する位置に格納される。以下、これを「修正局所的フロー」と呼ぶ。

【0051】

図地分析部22は、各局所領域の修正局所的フローを予め設定されている閾値と比較する(S62)。そして、閾値より大きい修正局所的フローを有する局所領域を「図」と推定される領域(以下、「図候補領域」と呼ぶ)として抽出し(

S 6 2)、物体有無判定部 2 4 に供給する。このように、図地分析部 2 2 において、「地」または「図」と推定された領域の差分画像データによって、局所的フローが一層強調されることになる。

【0052】

大局的フローは、撮像される画像に関係のない慣性情報から計算されるため、画像内に物体が無いとした場合に生じる画像内の各画素の動きを表している。従って、撮像装置 1 2 が移動しているか静止しているかにかかわらず、物体の存在する領域の画像は予測画像と一致しないことになり、その領域の差分画像データは大きな値を持つ。言い換えると、差分画像データが小さい部分は、時間的に連続する 2 枚の画像から求めた局所的フローと大局的フローが近似していること、つまり画像のその部分が撮像装置の運動（自己運動）と近いことを表している。従って、この部分は図地分析部 2 2 によって「地」と推定される。反対に、差分画像データが大きい部分は、画像のその部分に自己運動と異なる動きがあることを表している。従って、この部分は図地分析部 2 2 によって「図」と推定される。

【0053】

次に、物体有無判定部 2 4 について説明する。物体有無判定部 2 4 は、供給された図候補領域のうち類似度の高い局所的フローを有する領域をクラスタリングして物体の有無を判定する。

【0054】

まず、図候補領域とされた局所領域のうち、領域間の距離が所定の閾値以下のものを同じクラスタに編入する。そして、そのクラスタと別の局所領域の間の距離に応じて、局所領域をクラスタに編入するか否かを決定していく。すべての局所領域が何れかのクラスタに属したら、所定数以上の局所領域を含むクラスタは残し、他のクラスタはノイズとして排除する。最終的にクラスタが残った場合、物体有無判定部 2 4 は入力画像内に物体が存在すると判定し、残らなかった場合は、入力画像内に物体は存在しないと判定する。このクラスタリングについては、他の任意の公知の手法を用いても良い。

【0055】

以上説明したようにして、第 1 の実施形態に係る物体検出装置 1 0 は、設計者が記述できる環境（例えば、運動体が平面状を移動するときのように、慣性情報から大局的フローを計算できる環境）においては、事前に何ら学習を行うことなく、画像内の物体を検出することが可能である。

【0056】

<第 2 の実施形態>

次に、本発明の第 2 の実施形態を説明する。

【0057】

図 9 は本発明の第 2 の実施形態に係る物体検出装置 1 0 0 の全体的な構成を示すブロック図である。連続画像出力部 1 1 4、局所的画像処理部 1 1 6、慣性情報取得部 1 2 0、物体有無判定部 1 2 4 及び判定出力部 1 2 6 は、第 1 の実施形態に関して既に述べた各機能ブロックと同様であるが、大局的画像処理部 1 1 8 及び図地分析部 1 2 2 における処理、並びに図地分析部 1 2 2 から大局的画像処理部 1 1 8 にフィードバックがある点が第 1 の実施形態と異なる。従って、以下では、第 2 の実施形態における大局的画像処理部 1 1 8 と図地分析部 1 2 2 の処理についてのみ図 1 0 のフローチャートを参照して説明する。

【0058】

ステップ S 1 3 0 ～ S 1 3 4 における処理は、図 6 のステップ S 5 0 ～ S 5 4 と同様である。ステップ S 1 3 0 で計算された大局的フローとステップ S 1 3 4 で計算された差分画像データは、図地分析部 1 2 2 に供給される。

【0059】

図地分析部 1 2 2 は、差分画像データと局所的画像処理部 1 1 6 から受け取る局所的フローを使用して大局的フローを修正する（S 1 5 0）。この修正は、図 1 1 に示すフローチャートに従って、以下のように行われる。

【0060】

図地分析部 1 2 2 は、まず各局所領域の局所的フローと予め設定されている閾値とを比較し、閾値より小さい局所的フローを有する局所領域を「地」として抽出する（S 1 6 0）。そして、「地」と推定された局所領域に含まれる画像部分の大局的フローの大きさと方向を修正対象として選択する（S 1 6 2）。

【0061】

最初に大局的フローの大きさの修正について説明する（図11の左列のフロー）。選択した大局的フローに対応する1セットの局所領域について、各局所領域の最大dw値を最大dwマップから選び出し、その平均を計算する（S164）。次にこの平均値の大局的フローの大きさに対する割合を計算する（S166）。「地」と推定された局所領域に含まれる画像部分の大局的フローの全てについて以上の計算を行い、さらに割合の平均値を計算する（S168）。最後に、この割合の平均値を、画像内に含まれる大局的フローの大きさのすべてについて掛け合わせ、得られたものを大局的フローの大きさとする（S170）。

【0062】

続いて大局的フローの方向の修正について説明する（図11の右列のフロー）。選択した大局的フローに対応する1セットの局所領域について、各局所領域の各方向のdw値を方向マップから選び出し、その方向の角度を持つベクトルとして全ての方向について合成する（S172）。合成されたベクトルの方向に対応する大局的フローの方向とする（S174）。大きさと方向を修正された大局的フロー（以下「修正大局的フロー」と呼ぶ）は、大局的画像処理部118に送られる。

【0063】

図10に戻り、大局的画像処理部118は、時刻tの画像と修正大局的フローを使用して上記のワープ推定法により時刻t+1の予測画像を計算する（S136）。そしてこの予測画像と時刻t+1の実際の画像の差分をとって差分画像データを計算する（S138）。これを「修正差分画像データ」と呼ぶ。修正差分画像データは図地分析部122に送られる。

【0064】

図地分析部122は、ステップS60について説明したのと同様にして、修正差分画像データを使用して局所的フローを修正し（S152）、修正局所的フローに基づいて図候補領域を抽出する（S154）。

【0065】

以降の処理は第1の実施形態と同様である。

【0066】

このように第2の実施形態では、慣性情報を利用して計算される大局的フローと、局所領域について計算される局所的フローを相互に参照して修正することによって、画像内の物体の検出精度を向上させる。

【0067】

<第3の実施形態>

続いて、本発明の第3の実施形態について説明する。

【0068】

この実施形態では、撮像装置12を搭載した運動体は、物体検出の実行に先立って物体検出を行おうとするコースを移動して、移動方向の画像を撮像し、後述する自己運動予測空間を構築しておく（以下、この過程を「学習」と呼ぶ）。そして、物体検出の実行時には、自己運動予測空間上に過去と現在の画像を投影し、それを再構成することによって予測画像を計算する。

【0069】

図12は第3の実施形態に係る物体検出装置200の全体的な構成を示すブロック図である。大局的画像処理部218の処理以外は、図1に示す第1の実施形態に係る物体検出装置10の各機能ブロックと同じである。従って、以下では、図13及び図14を参照して大局的画像処理部218の処理のみを説明する。

【0070】

図13は学習時のフローチャートである。このとき大局的画像処理部218は、物体検出を行おうとするコースを移動しながら移動方向の画像を予め撮像しておき、その画像から自己運動予測空間を構築する。

【0071】

まず、大局的画像処理部218は、連続画像出力部214から時刻 $t-1$ 、時刻 t 及び時刻 $t+1$ における画像からなる3枚の連続画像の組を受け取る（S230）。この連続画像の組は、所定の期間にわたって必要な数だけ収集される。収集が終わると、この3枚の画像を横一列に接続したものに対してKL変換を実行して固有空間（自己運動予測空間）を構築する（S232）。このとき、慣性情報取得部220から得る慣性情報も併せたものに対してKL変換して、自己運

動予測空間を構築しても良い。

【0072】

図14は物体検出時のフローチャートである。このとき大局的画像処理部218は、自己運動予測空間を作成したコースと同一のコース上を移動し、連続画像出力部214から時刻 $t-1$ 及び時刻 t における画像の組を受け取る。そして、時刻 $t-1$ 及び時刻 t における画像の組を自己運動予測空間に投影し再構成することで、時刻 $t+1$ の予測画像を計算する(S240)。具体的には、時刻 $t-1$ 及び時刻 t における画像からなる入力ベクトルに上記のKL変換で求めた自己運動予測空間を構成する主成分ベクトルを順次掛け合わせていくことによって、自己運動予測空間における座標を計算する。この座標から、接続された3枚の連続画像の組を再現することができ、これから時刻 $t+1$ の画像に対応する部分を切り出すことによって予測画像が得られる。

【0073】

ステップS232で慣性情報も合わせてKL変換を行った場合は、実行時にも慣性情報を加えて再構成を行う。

【0074】

そして、上記の第1の実施形態と同様にして、時刻 $t+1$ の予測画像と連続画像出力部214から供給された時刻 $t+1$ の実際の画像とを比較して、差分画像データを計算する(S242)。以降の図地分析部222の処理(S250～S252)は第1の実施形態と同様である。

【0075】

このように第3の実施形態では、上記のワープ推定法のような画像予測が不可能な環境(例えば、運動体が凹凸のある面を移動するときのように、画素を単純に大局的フローの分だけ移動させて予測画像とすることができない環境)においても、同じ環境を予め運動体に走行させ、学習による事前の知識として自己運動予測空間を構築しておくことで、物体検出が可能となる。

【0076】

<第4の実施形態>

続いて、本発明の第4の実施形態を説明する。

【0077】

第3の実施形態と同様に、この実施形態では、撮像装置12を搭載した運動体は、物体検出の実行に先立って物体検出を行おうとするコースを移動して、移動方向の画像を撮像し、自己運動予測空間を構築しておく。そして、物体検出実行時は、自己運動予測空間上に過去と現在の画像を投影し、それを再構成することによって予測画像と大局的フローを計算する。

【0078】

図15は本発明の第4の実施形態に係る物体検出装置300の全体的な構成を示すブロック図である。大局的画像処理部318の処理以外は図10に示す第2の実施形態の物体検出装置100の各機能ブロックと同じである。従って、以下では、図16及び図17を参照して大局的画像処理部18の処理のみを説明する。

【0079】

図16は学習時のフローチャートである。このとき大局的画像処理部318は、物体検出を行おうとするコースを移動しながら移動方向の画像を予め撮像しておき、その画像から自己運動予測空間を構築する。まず、大局的画像処理部318は、任意の方法により時刻 t における大局的フローを計算する(S330)。続いて、大局的画像処理部318は、連続画像出力部314から時刻 $t-1$ 、時刻 t 及び時刻 $t+1$ における画像からなる3枚の連続画像の組を受け取る(S332)。この連続画像の組は、所定の期間にわたって必要な数だけ収集される。収集が終わると、この3枚の画像を横一列に接続したものに大局的フローを加えたものに対してKL変換を実行して自己運動予測空間を構築する(S334)。慣性情報も併せたものに対して自己運動予測空間を構築しても良い。

【0080】

図17は物体検出時のフローチャートである。このとき大局的画像処理部318は、自己運動予測空間を作成したコースと同一のコース上を移動し、連続画像出力部314から時刻 $t-1$ 及び時刻 t における画像の組を受け取る。そして、時刻 $t-1$ 及び時刻 t における画像の組を自己運動予測空間に投影し上記ステップS240について説明したのと同様に再構成することで、時刻 $t+1$ の予測画

像と大局的フローを計算する（S340）。続いて、時刻 $t+1$ における予測画像と、連続画像出力部314から実際に供給された時刻 $t+1$ の画像とを比較して、差分画像データを計算する（S342）。差分画像データと大局的フローは図地分析部322に供給される。

【0081】

図地分析部322は、上記第2の実施形態と同様にして、差分画像データと局所的画像処理部316から受け取る局所的フローを用いて大局的フローを修正する（S350）。大局的画像処理部318は、時刻 t の画像と修正大局的フローから、上記ワープ推定法を用いて時刻 $t+1$ の予測画像を計算する（S344）。そしてこの予測画像と時刻 $t+1$ の実際の画像から再び差分画像データを計算する（S346）。以降の図地分析部322の処理（S352～S354）は第2の実施形態と同じである。

【0082】

このように第4の実施形態では、学習時に大局的フローも利用して自己運動予測空間を構築しておくので、物体検出実行時に式(4)のような計算を行わなくても、予測画像と大局的フローの両方を求めることができる。

【0083】

以上、種々の実施形態を示したが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0084】

【発明の効果】

本発明によれば、入力画像内の図と地を大まかに分離する差分画像データを計算する大局的画像処理と、入力画像内の局所的フローを計算する局所的画像処理とを並列に実行し、双方の処理結果を相互に参照することによって、高速に精度の高い物体検出が可能となる。また、慣性情報との融合により、物体検出精度を向上することが可能となる。さらに、自己運動による入力画像の変化を予測するため、静止した物体の検出も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による物体検出装置の全体構成図である。

【図 2】局所的画像処理部における処理を説明するフローチャートである。

【図 3】局所領域の位置とマップの対応関係を説明する図である。

【図 4】各方向の d w マップの一例を示す図である。

【図 5】最大 d w マップと最大方向マップの一例を示す図である。

【図 6】図 1 の大局的画像処理部と図地分析部における処理を説明するフローチャートである。

【図 7】慣性情報から大局的フローを求める方法の一例を示す図である。

【図 8】ワープ推定法を説明する図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態による物体検出装置の全体構成図である。

【図 1 0】図 9 の大局的画像処理部と図地分析部における処理を説明するフローチャートである。

【図 1 1】大局的フローの修正を説明するフローチャートである。

【図 1 2】本発明の第 3 の実施形態による物体検出装置の全体構成図である。

【図 1 3】図 1 2 の大局的画像処理部の学習時における処理を説明するフローチャートである。

【図 1 4】図 1 2 の大局的画像処理部と図地分析部の物体検出時における処理を説明するフローチャートである。

【図 1 5】本発明の第 3 の実施形態による物体検出装置の全体構成図である。

【図 1 6】図 1 5 の大局的画像処理部の学習時における処理を説明するフローチャートである。

【図 1 7】図 1 5 の大局的画像処理部と図地分析部の物体検出時における処理を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

1 0、1 0 0、2 0 0、3 0 0	物体検出装置
1 2、1 1 2、2 1 2、3 1 2	撮像装置
1 4、1 1 4、2 1 4、3 1 4	連続画像出力部
1 6、1 1 6、2 1 6、3 1 6	局所的画像処理部
1 8、1 1 8、2 1 8、3 1 8	大局的画像処理部
2 0、1 2 0、2 2 0、3 2 0	慣性情報取得部

22、122、222、322

図地分析部

24、124、224、324

物体有無判定部

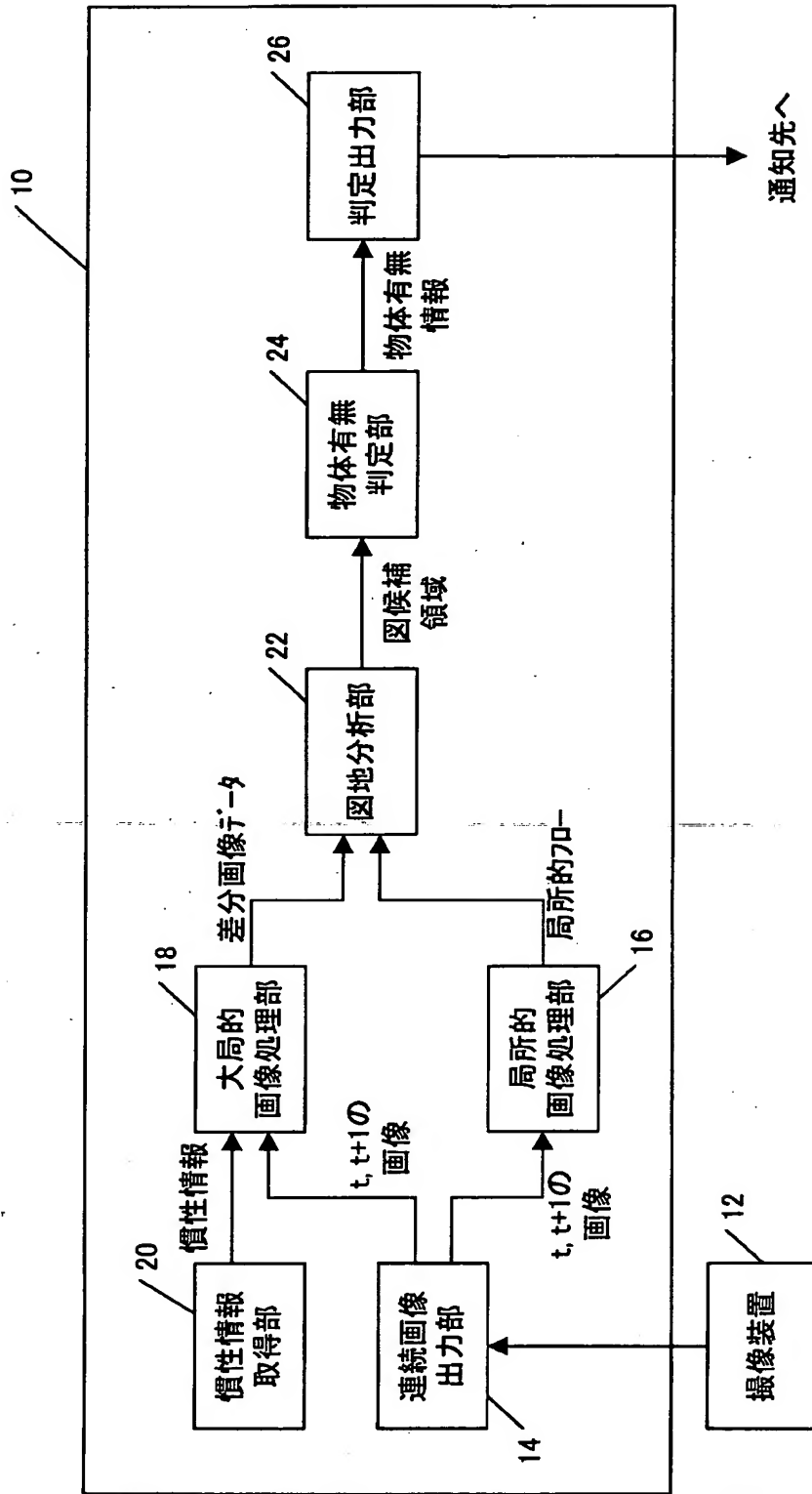
26、126、226、326

判定出力部

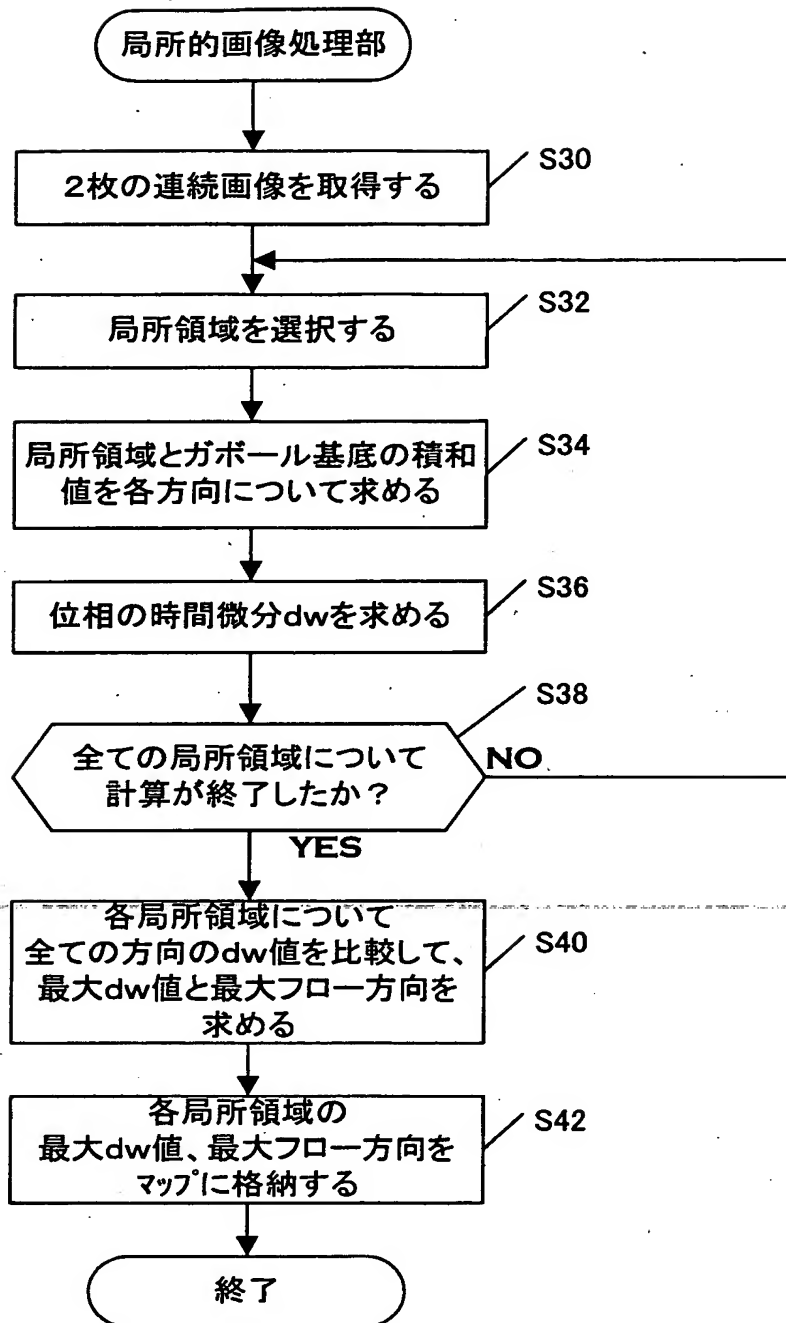
【書類名】 図面

【図 1】

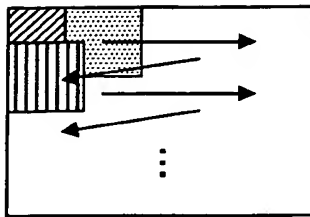
全体構成図-1



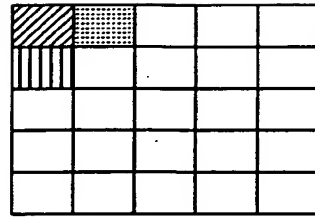
【図 2】



【図 3】



(a)



(b)

【図 4】

上(↑)方向のdwマップ

3	3	4	4	0.5
0.5		...		

(a)

左(←)方向のdwマップ

1				
1.5	1.5	...		
1	1			
0.5				

(b)

【図 5】

最大dwマップ

3	3	4	4	0.5
1.5	1.5			
1	1	...		
0.5				

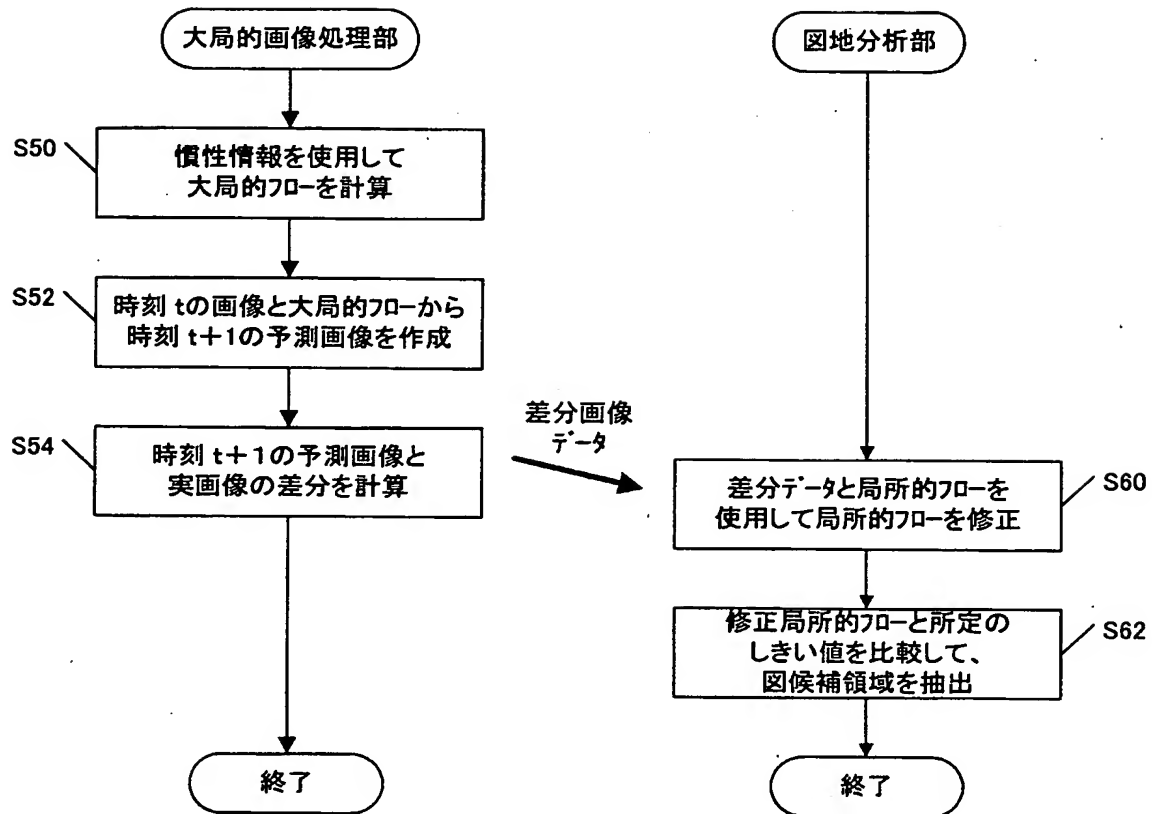
(a)

最大方向マップ

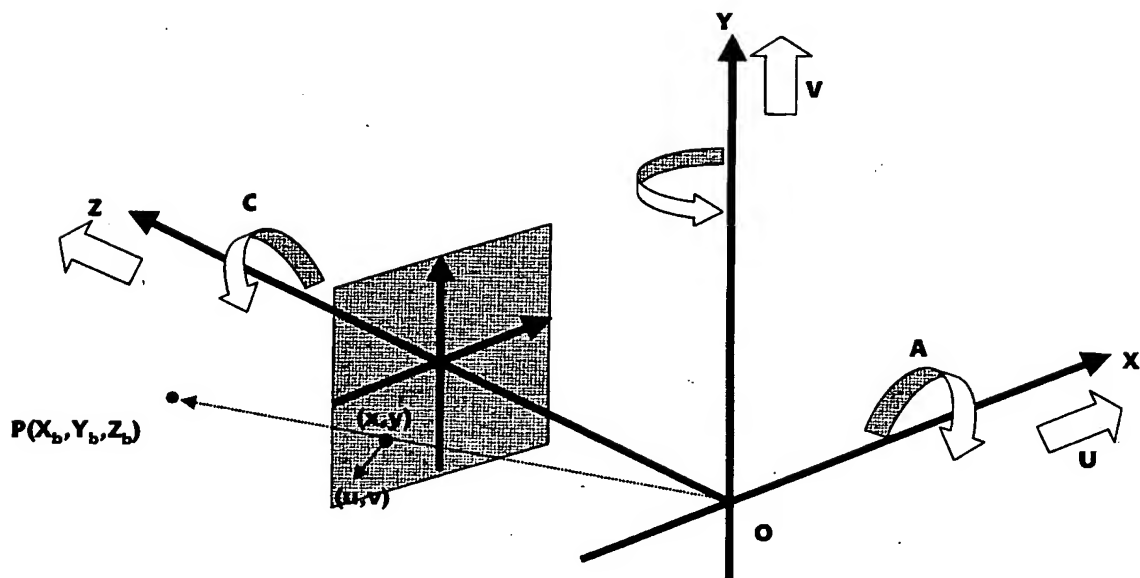
↑	↑	↑	↑	↑
←	←			→
←	←	...		→
←				→
↓	↓	↓	↓	↓

(b)

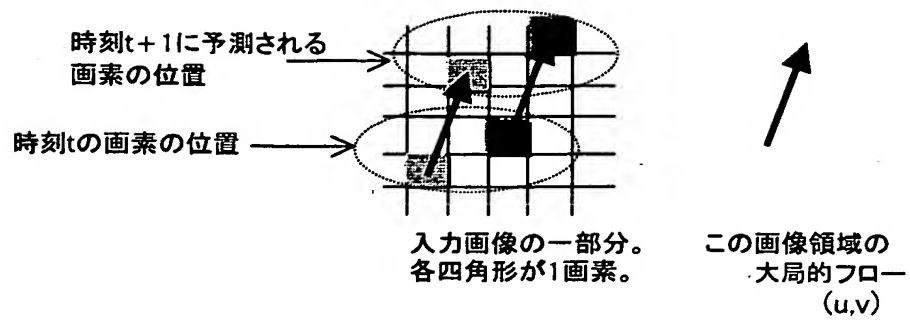
【図 6】



【図 7】

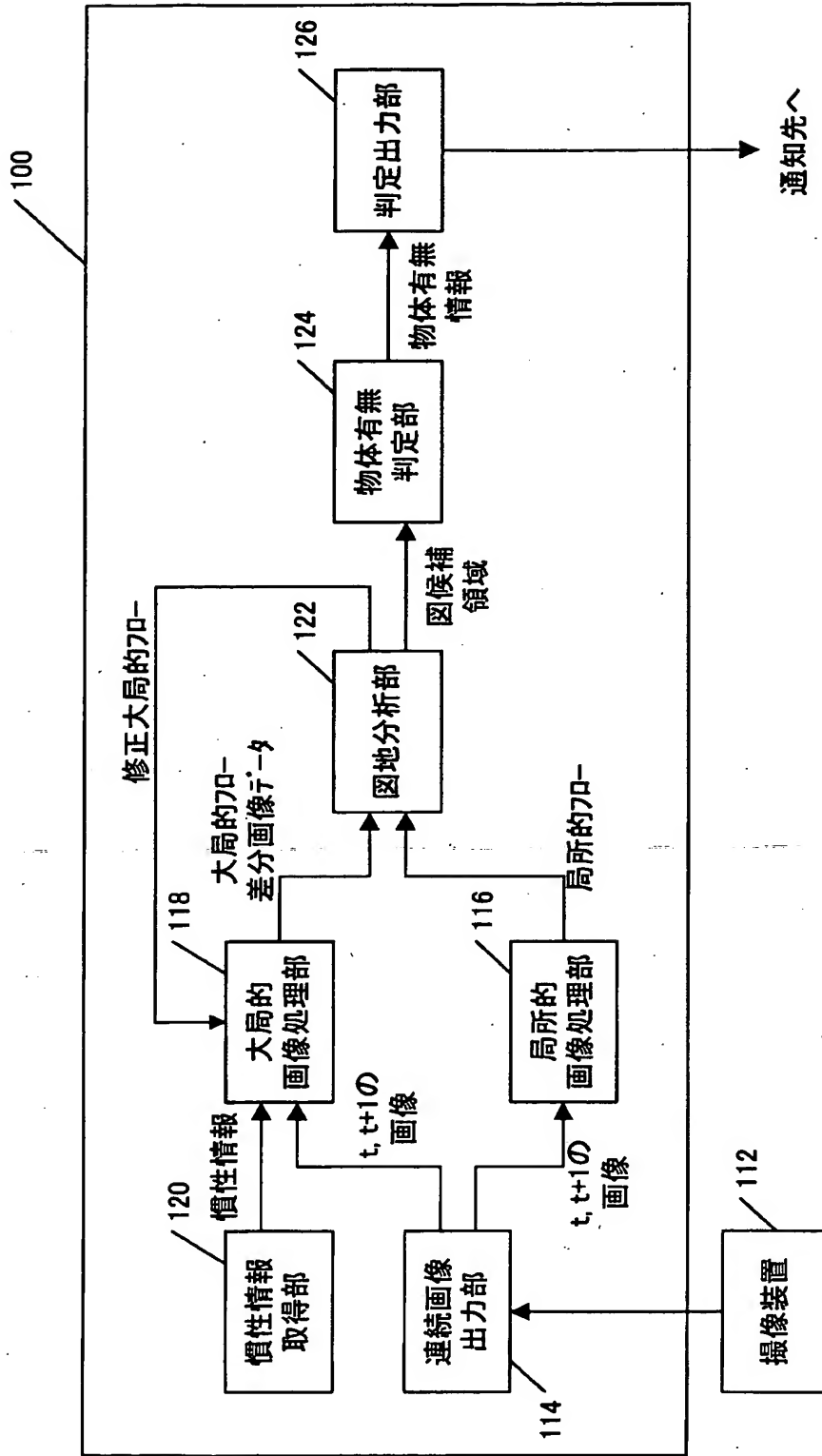


【図 8】

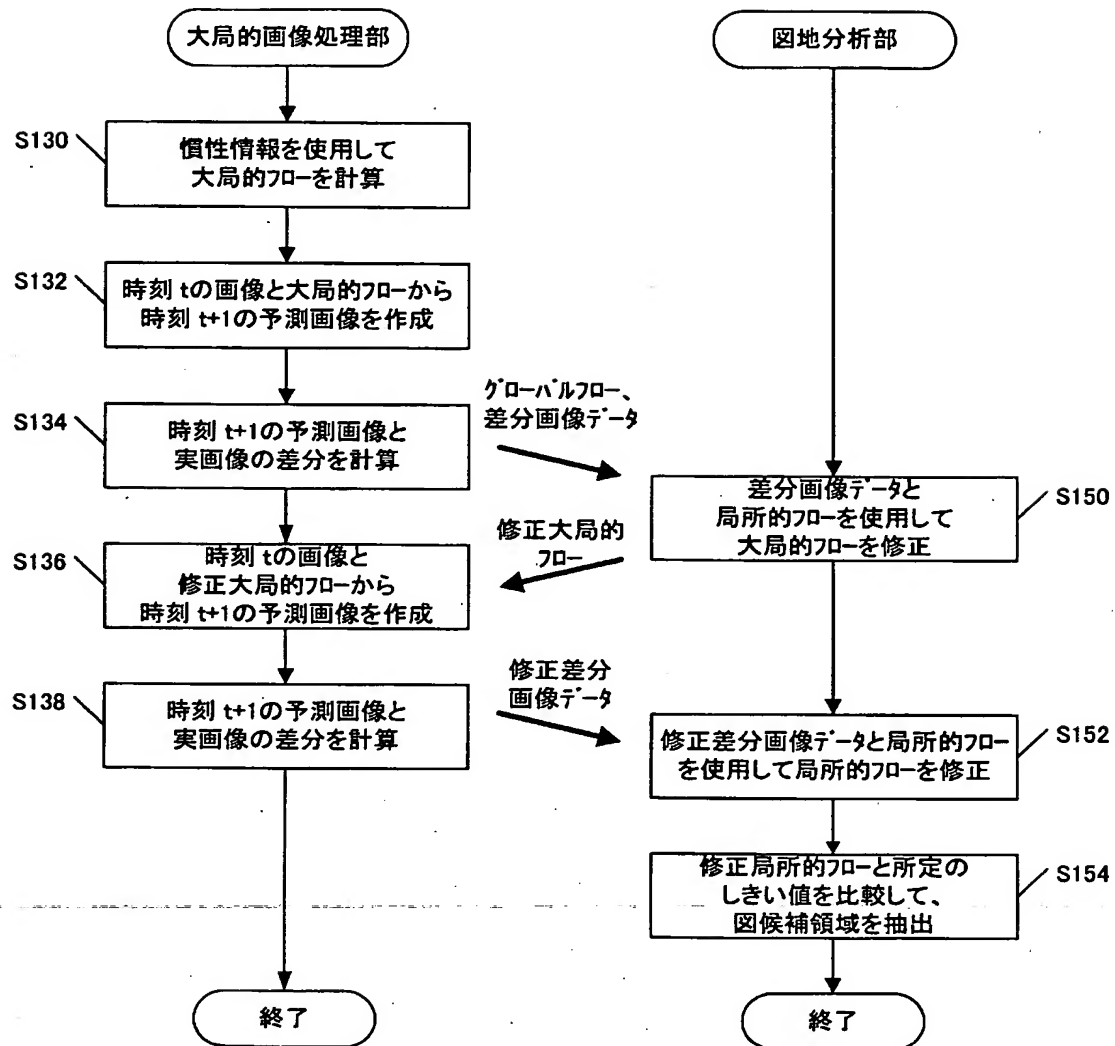


【図 9】

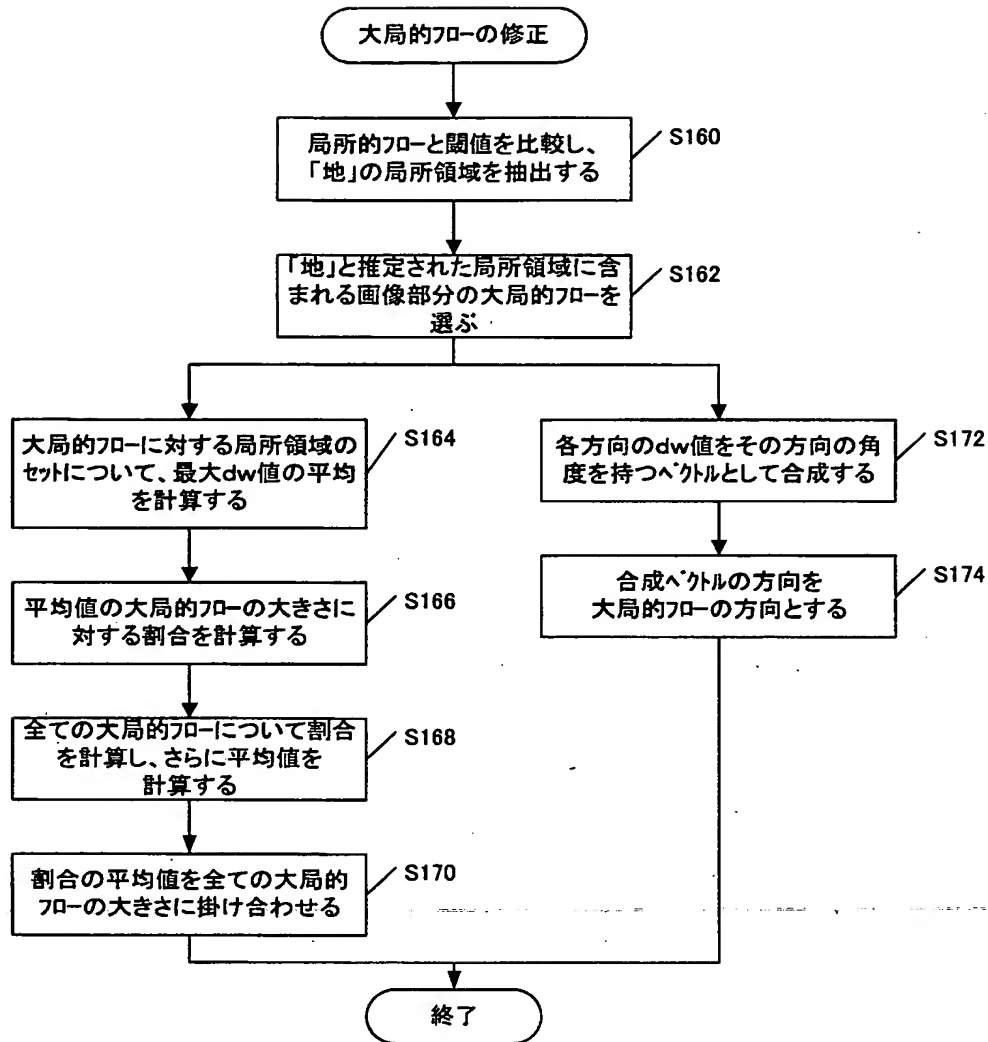
全体構成図-2



【図 10】

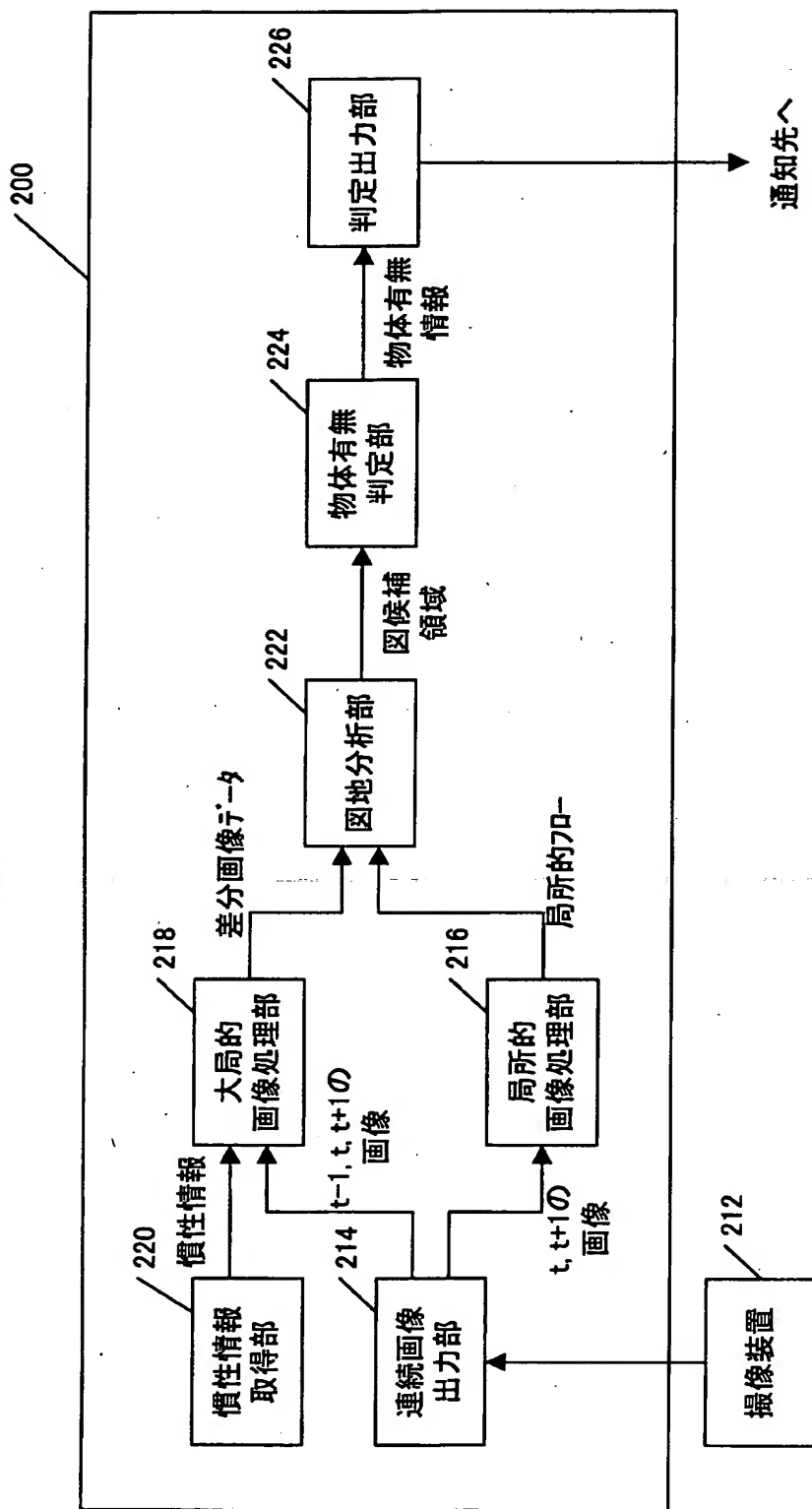


【図 11】

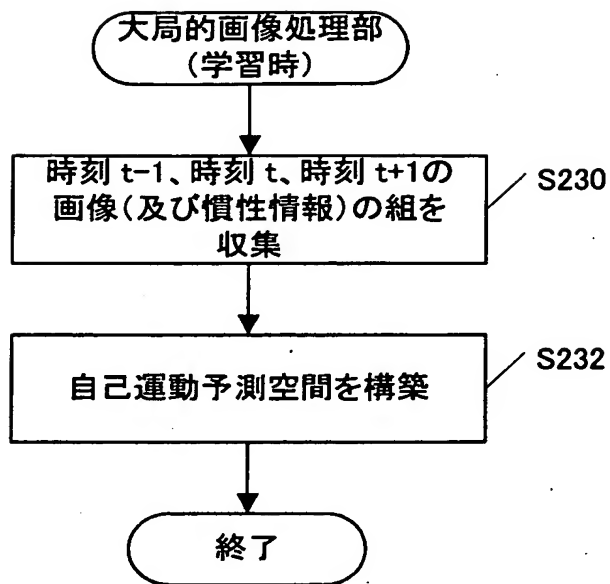


【図 12】

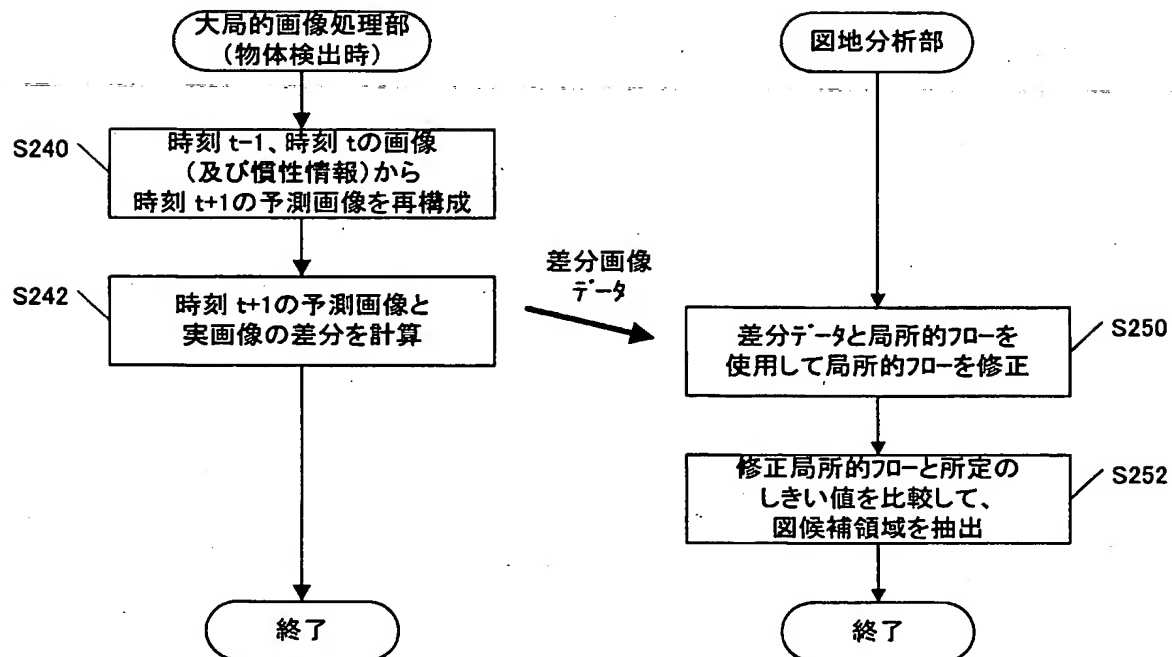
全体構成図-3



【図 13】

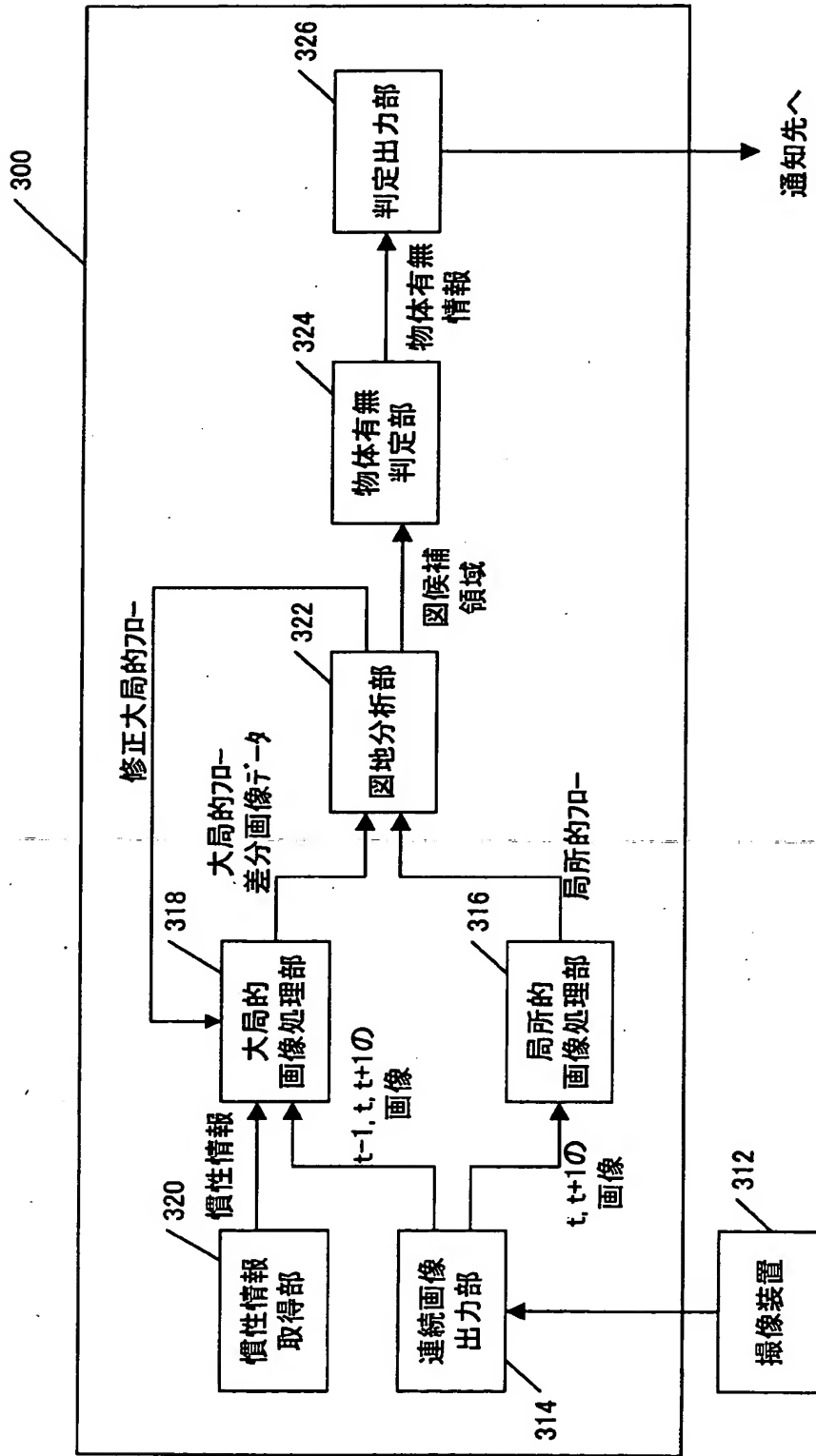


【図 14】

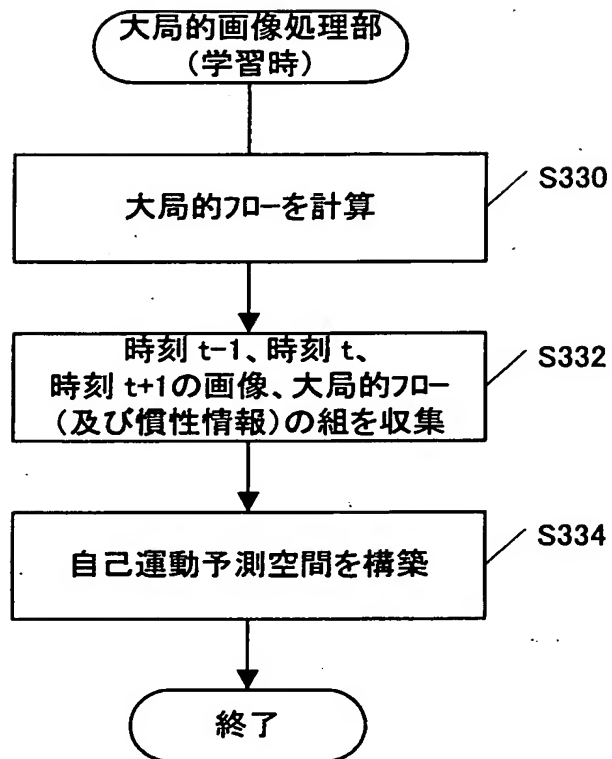


【図15】

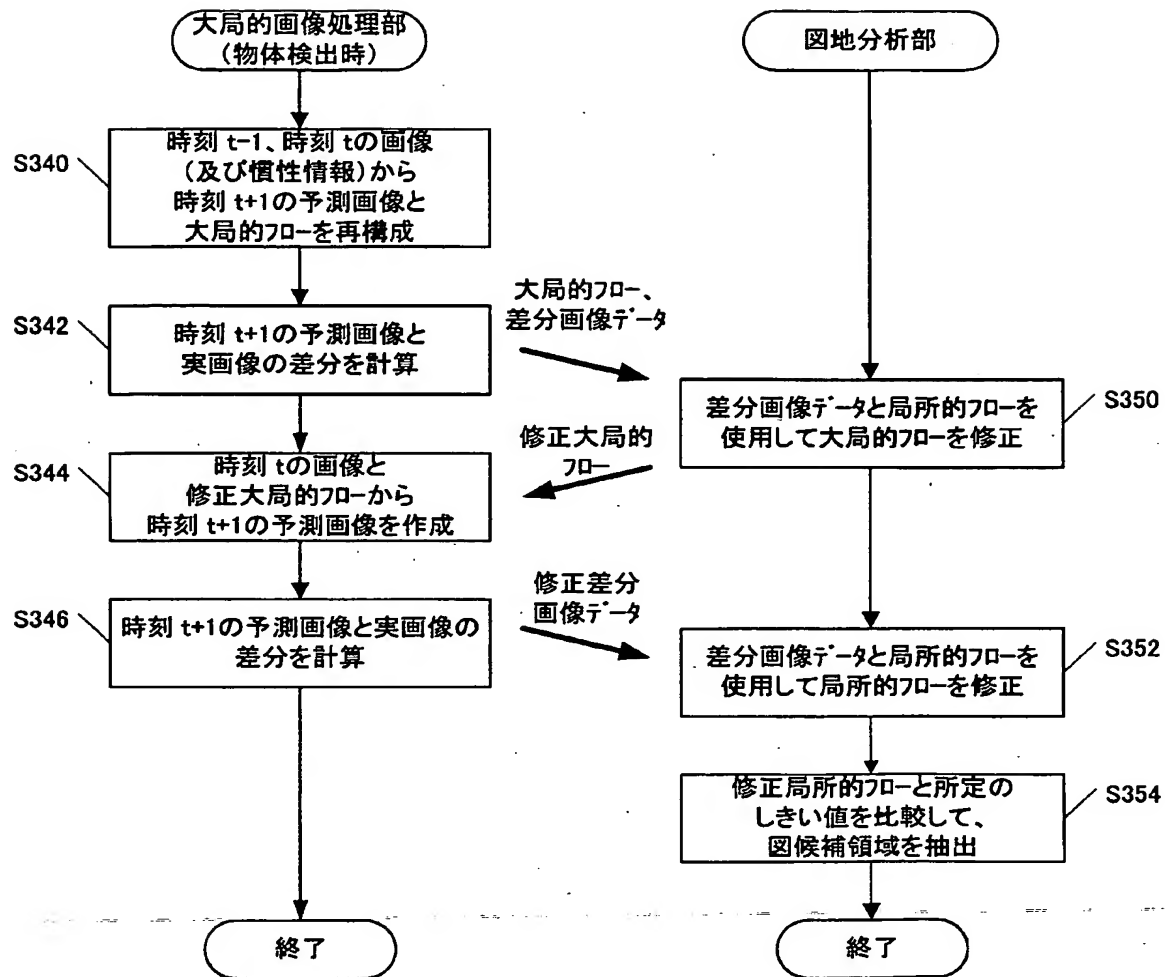
全体構成図-4



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 自己運動する運動体から撮像された入力画像内の物体を高精度に検出する。

【解決手段】 第1の入力画像及び第1の入力画像と時間的に連続する第2の入力画像を組にして出力し、この組から局所的なフローを計算する。また、撮像装置の運動を計測して慣性情報を計算する。計算した慣性情報を使用して、撮像装置の運動によって入力画像内に生じる動き成分を計算し、該動き成分と第1の入力画像を使用して第2の入力画像の予測画像を計算する。この予測画像と実際の第2の入力画像の差分を取った差分画像データを算出する。算出した差分画像データを使用して前記局所的なフローを修正する。修正した局所的なフローを所定の閾値と比較して、入力画像内において物体が存在する可能性の高い図候補領域を抽出する。最後に、図候補領域における物体の有無を判定する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名 本田技研工業株式会社